



# Praktikum zur Vorlesung Verbrennungsmotoren 1 Bachelor Studiengang der MSF

## *Praktikum 9 Nockenwelle 2 - Nockenwellenantrieb*

*Prof. Dr.-Ing. Bert Buchholz*

*Dr.-Ing. Volker Wichmann*

*Universität Rostock, Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren*



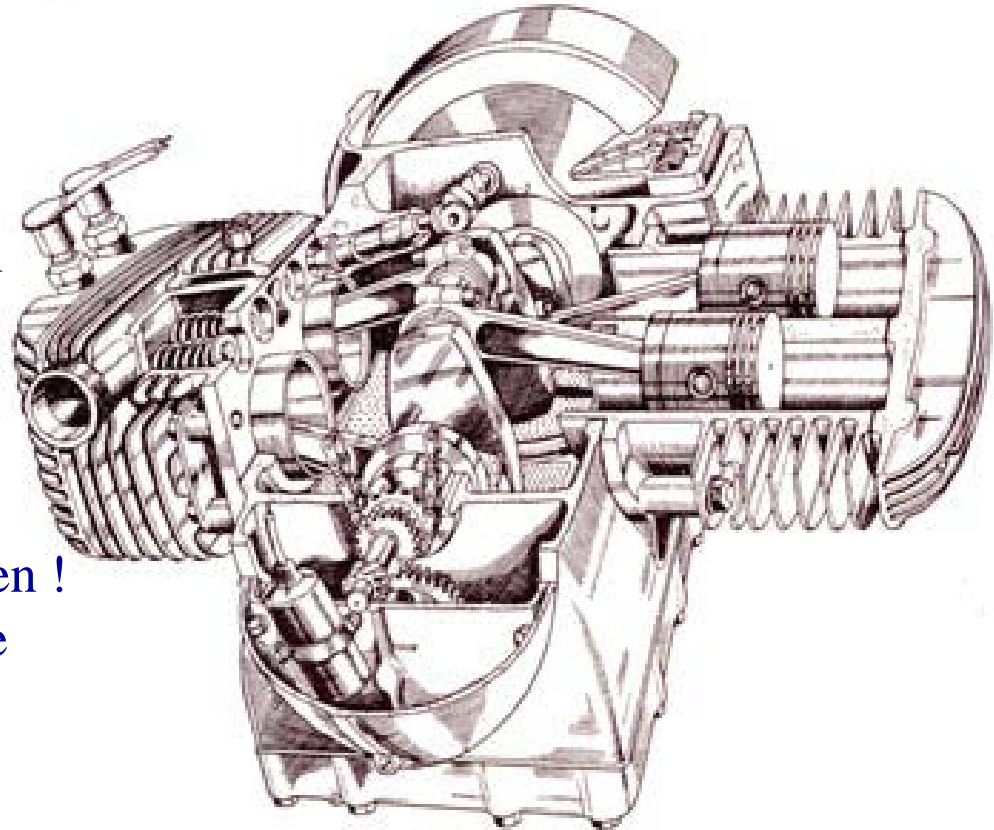
## Gliederung

1. Anordnung und Anzahl von Nockenwellen
  - 1.1 Entwicklung der Ventilanordnung
  - 1.2 Widerspiegelung der Nockenordnung im Motornamen
2. Königswellen
3. Zahnriemenantriebe
4. Zahnradantriebe
5. Kettenantriebe
6. Variabler Ventiltrieb



"s.v.-System" - "side valves"  
Seitliche Ventile oder  
auch Seitensteuerung genannt.  
Einlass- und Auslassventil stehen  
"auf dem Kopf" und werden  
direkt von der untenliegenden  
Nockenwelle betätigt.  
Technisch überholt,  
Ungünstiger Brennraum – Klopfen !  
Vorteil falsch eingestellte Ventile  
verursachen keinen Schaden

Billige Herstellung !  
Einfacher Zylinderkopf



"s.v.-System" - "side valves"

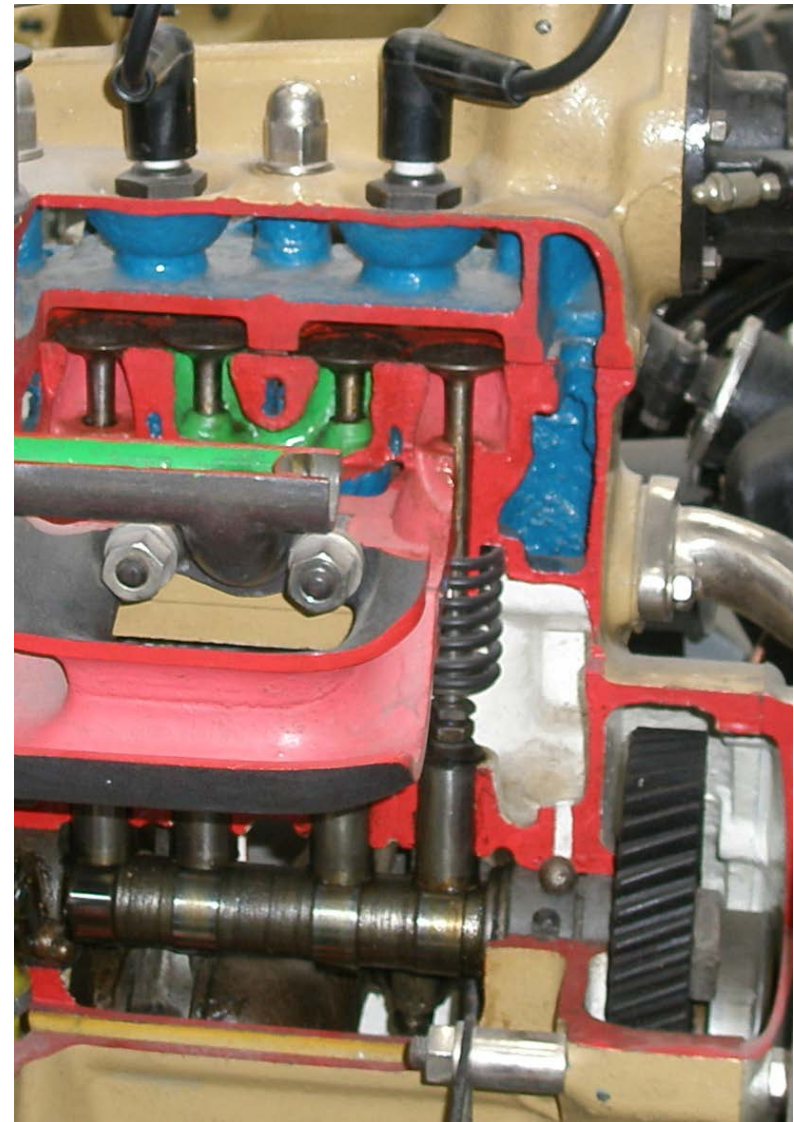
Bis 1930 bei PKW üblich

Flacher Brennraum

Nockenwelle und

Zahnrad gut zu erkennen

Nockenwelle 3 mal gelagert



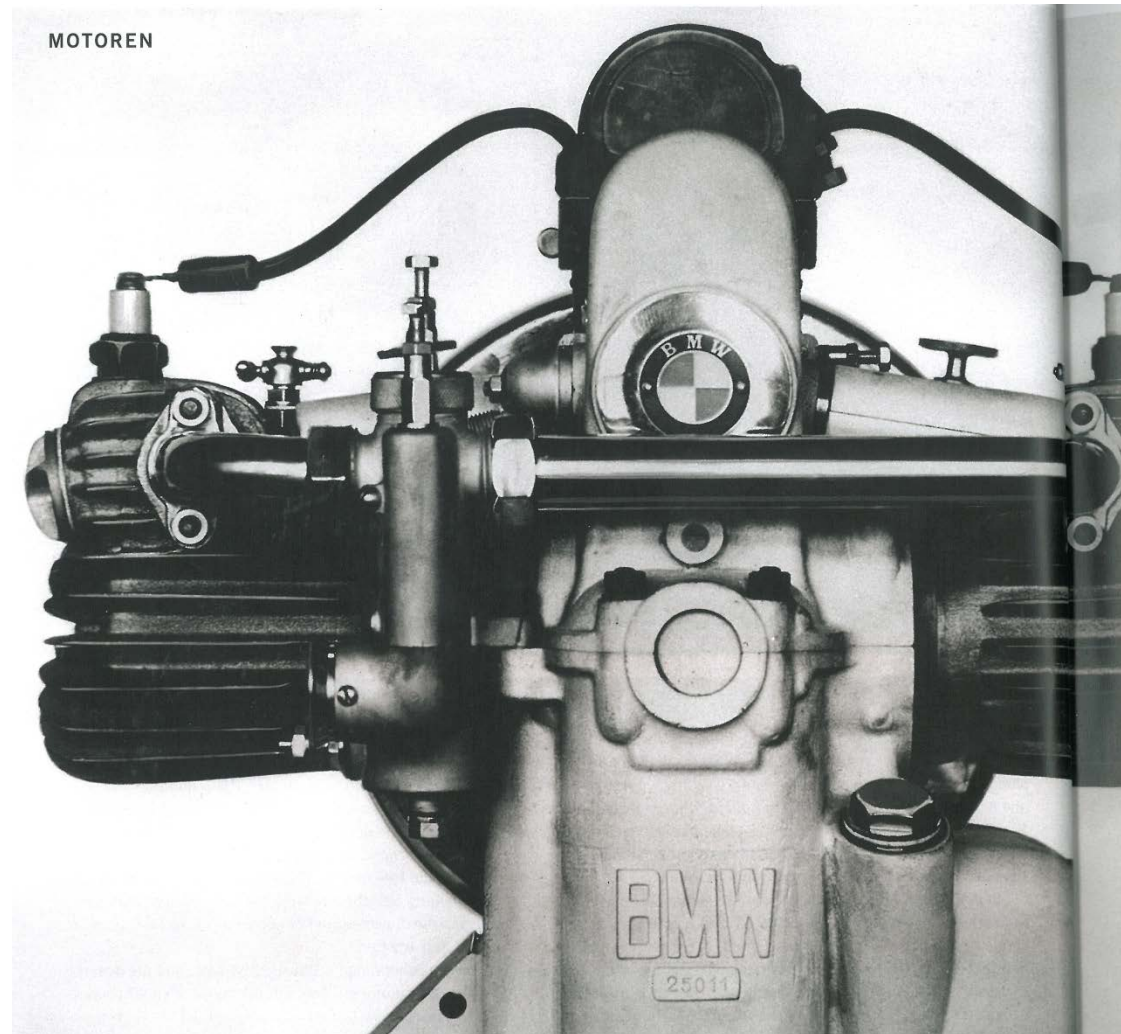
## Boxermotor BMW R32

### Details

Kopf Buchsen  
Als Einheit

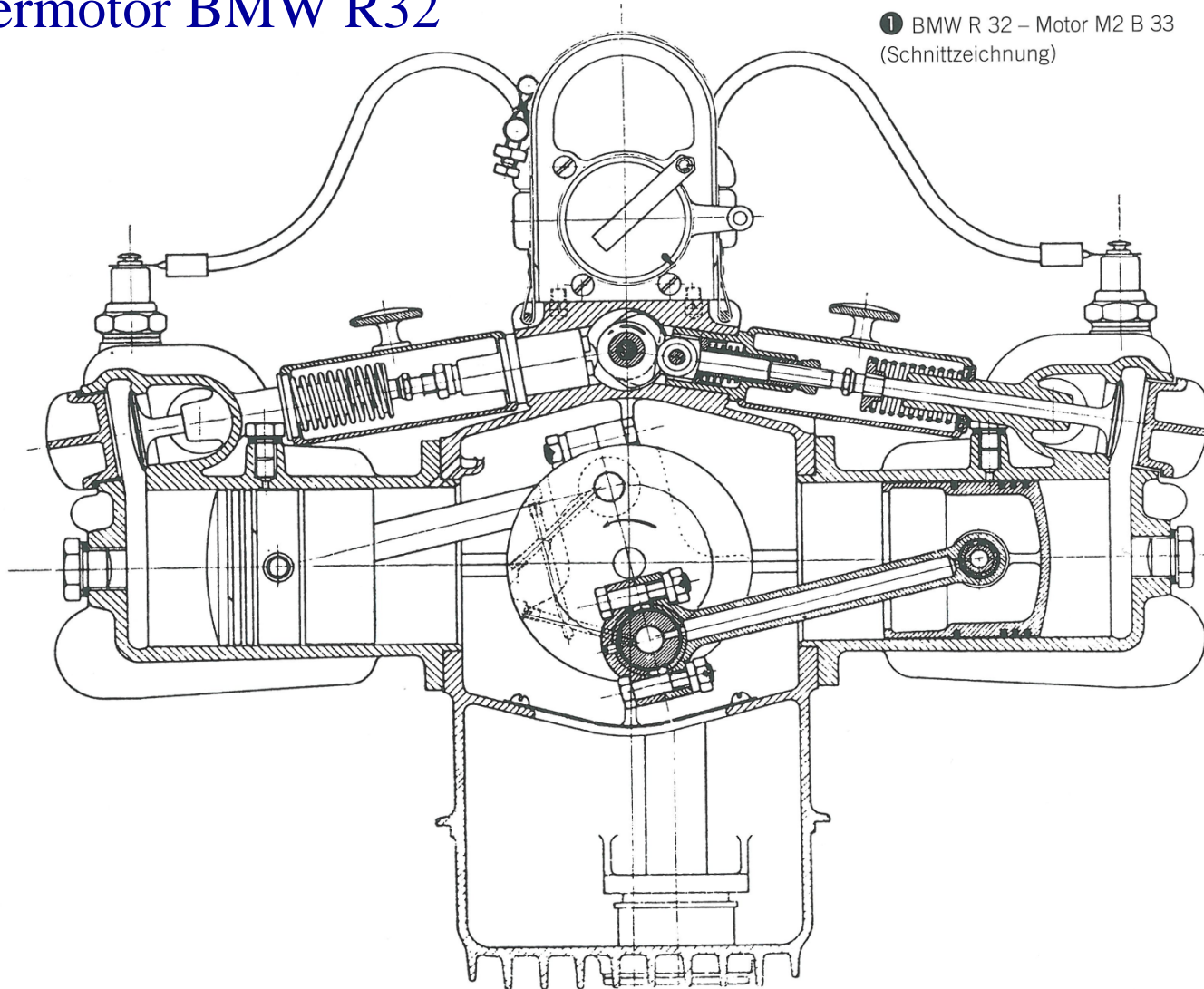
"s.v.-System"  
- "side valves,,

Magnetzündung



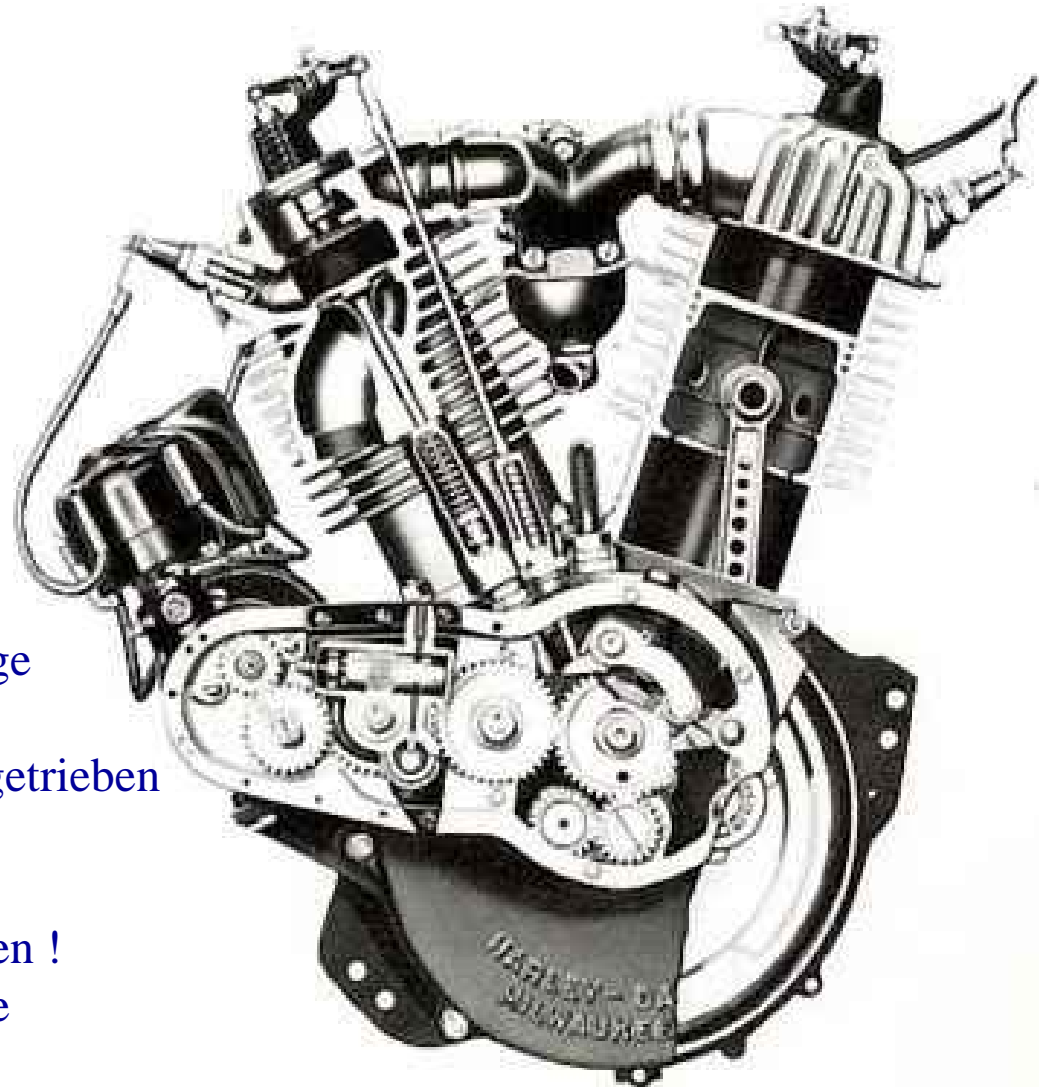
## Boxermotor BMW R32

① BMW R 32 – Motor M2 B 33  
(Schnittzeichnung)



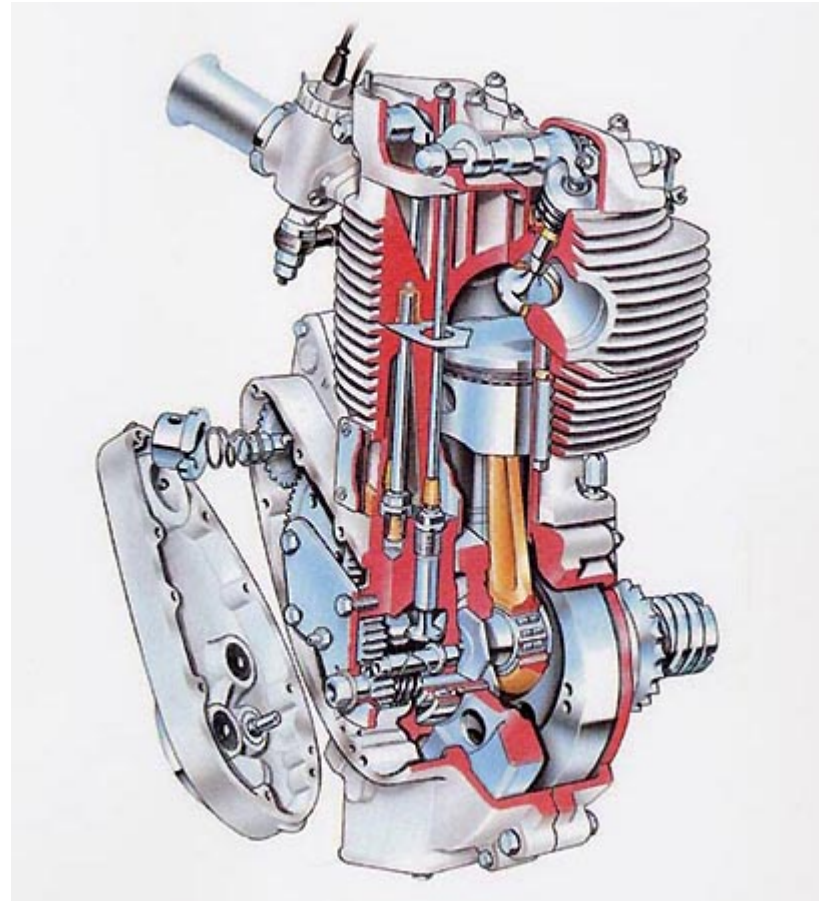
"i.o.e" - "inlet over exhaust"  
(wechselgesteuerter Motor)  
Einlass- über Auslass-Steuerung.  
Untenliegende Nockenwelle,  
stehendes Auslassventil,  
Einlassventil wird über Stoßstange  
und Kipphebel betätigt  
Nockenwelle über Zahnräder angetrieben

Technisch überholt,  
Ungünstiger Brennraum – Klopfen !  
Vorteil falsch eingestellte Ventile  
verursachen keinen Schaden



ohv-Viertakt-Einzylindermotor  
**ohv** = overhead valves  
oder: von oben hängende Ventile  
Nockenwelle unten –  
Antrieb über Zahnräder

Kraftübertragung über Stößel  
und Kipphebel

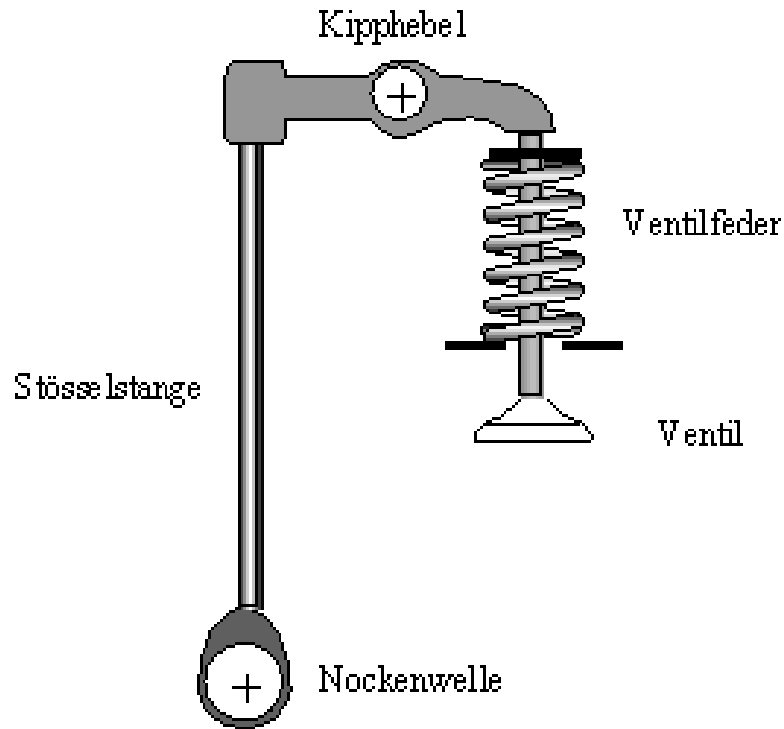


## Kipphebel bei unterliegender Nockenwelle



Quelle: [www.boote-forum.de](http://www.boote-forum.de)

## Teile der Ventilbetätigung bei unterliegender Nockenwelle





Quelle: wp1016621.wp027.webpack.hosteurope.de

Nockenwelle unten liegend  
in Nockengasse  
Nockenwellenlager sind größer als die Nocken

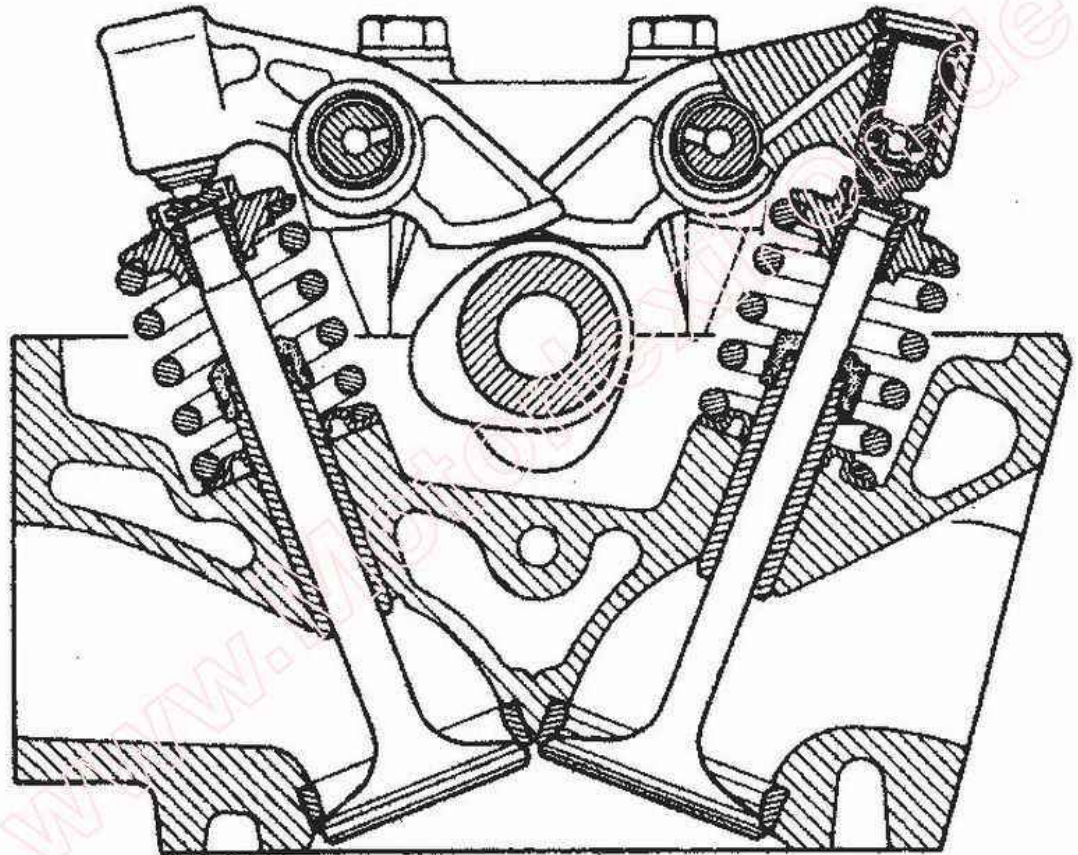


Quelle: www.bmw-teile-gebraucht.de

**ohc** = overhead camshaft  
oder: oben liegende Nockenwelle

Anordnung bei PKW üblich  
mit Kipp- oder Schleppebel

PKW 1960 bis 2000



**ohc** = overhead camshaft  
oder: oben liegende Nockenwelle

Anordnung bei  
Flugmotor 1916

Einzelzylinderköpfe

Nockenwellen aber  
Eine Lagerbahn

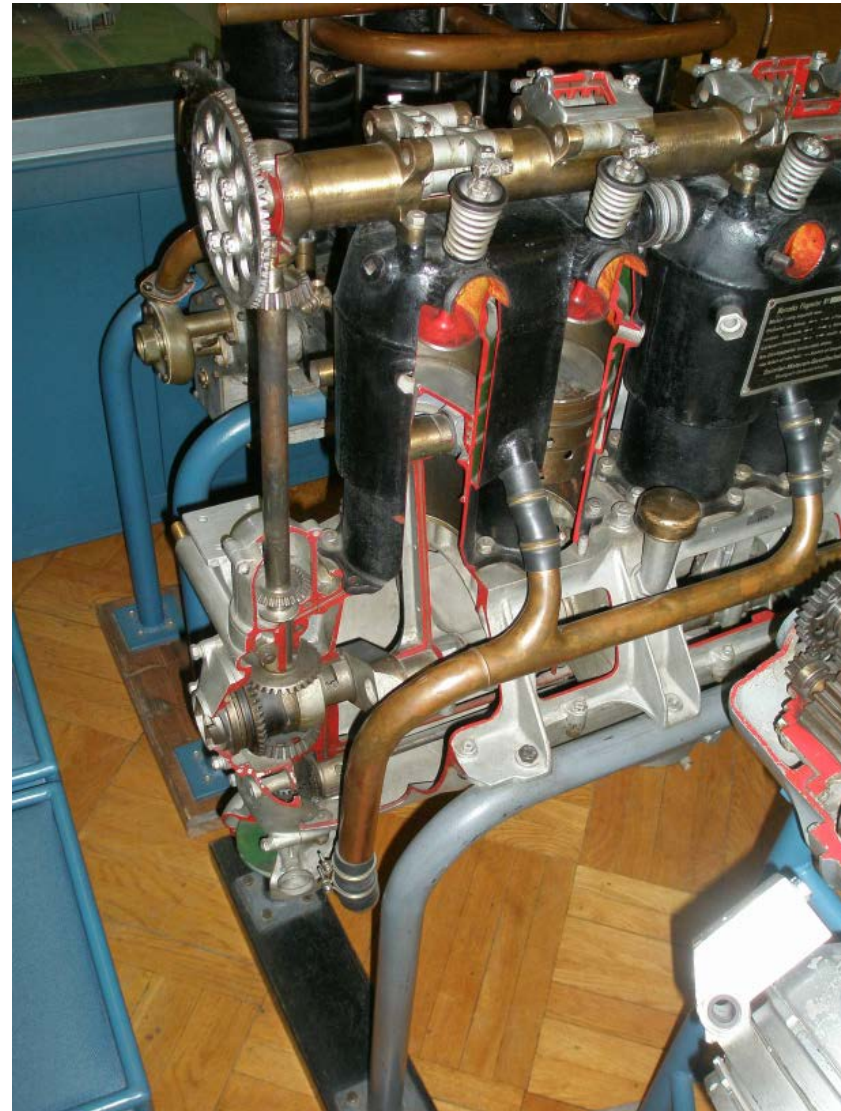


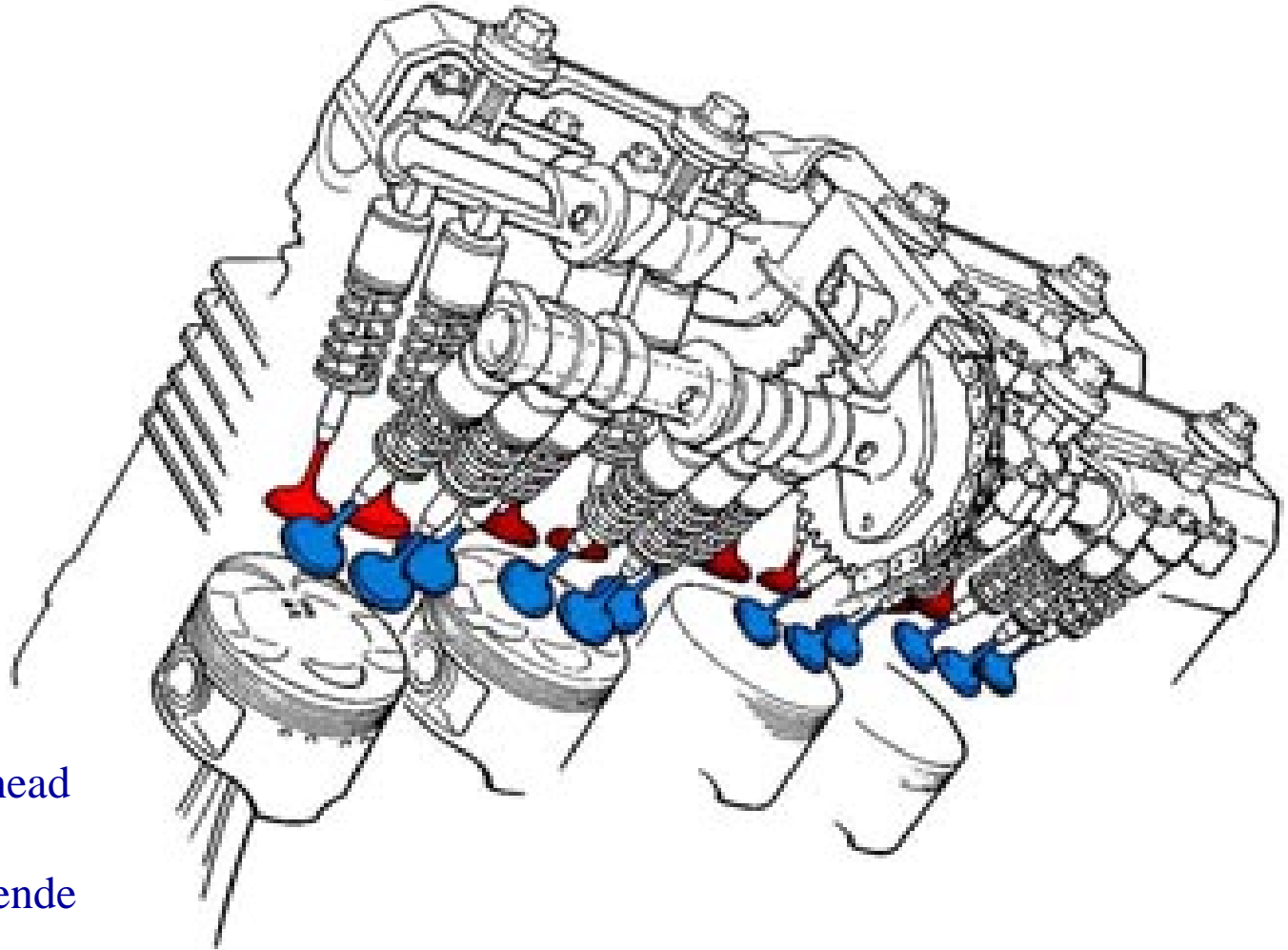
Flugmotor 1916

Königswelle hohe Zuverlässigkeit

Kühlwasserpumpe unten

Kolben sehr lang





dohc = double overhead  
camshaft  
oder: zwei obenliegende  
Nockenwellen.

Stand der Technik ab 2000

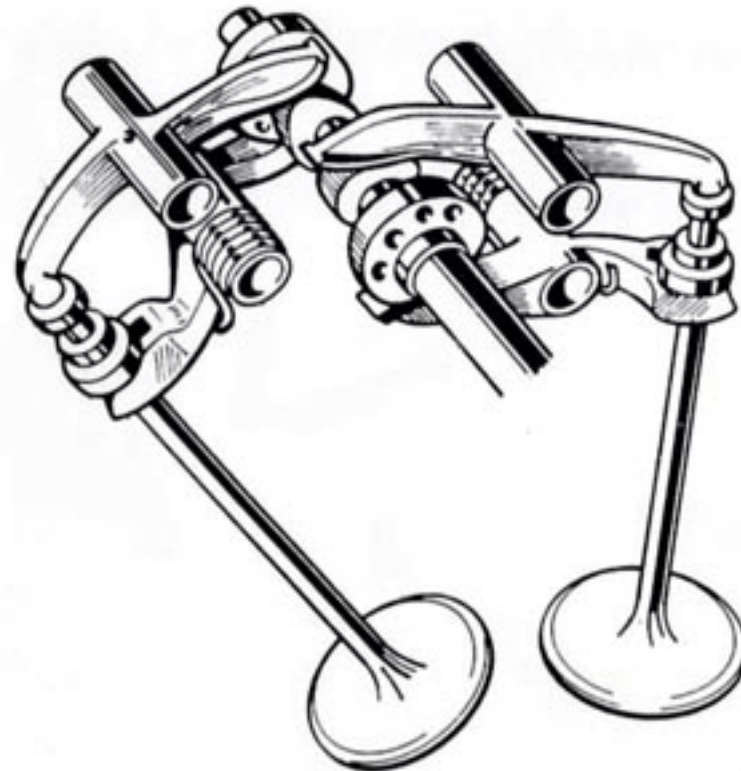
Desmodromische Ventilsteuerung =  
Ventil-Zwangsbetätigung.  
Das Ventil wird zwangsweise von  
einem Kipphebel geöffnet  
und von einem  
Schließhebel wieder geschlossen.

Anwendung Rennmotoren bei  
hohen Drehzahlen

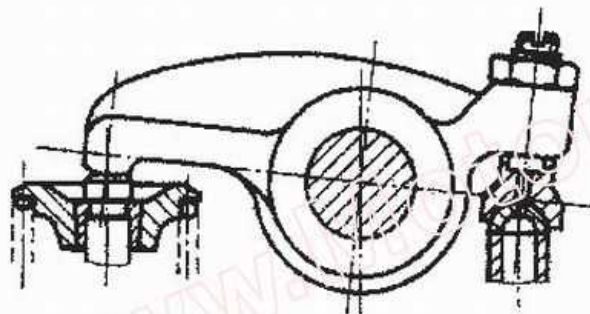
Sehr teuer -- 2 Nocken erforderlich

Ventil schließen dicht durch  
Gaskraft

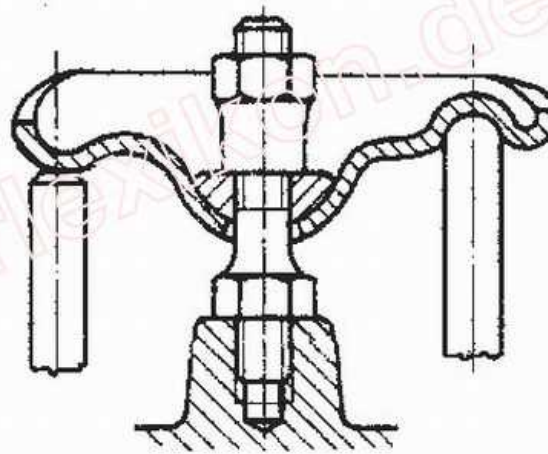
Ventile mit viel Spiel  
Hohe Motordrehzahl erforderlich



Kipphebel  
Großmotoren  
Nockenwelle unten

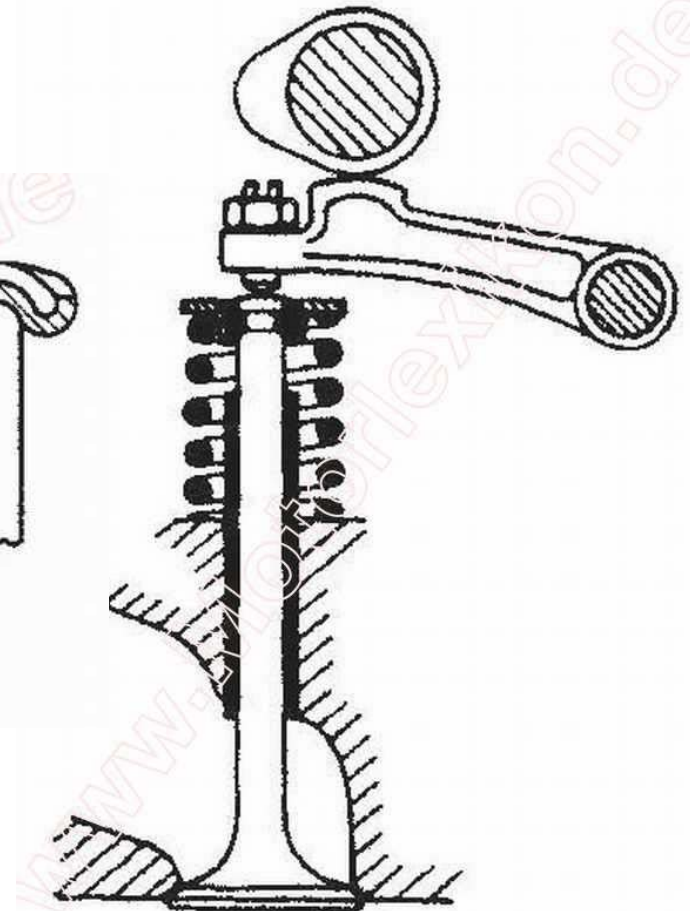


geschmiedet



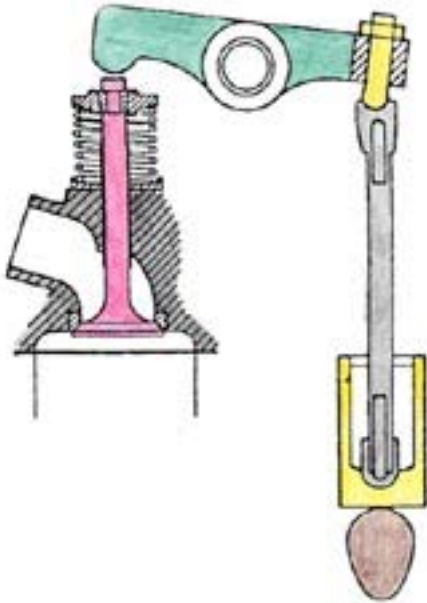
aus Blech gepresst

Schlepphebel  
Nockenwelle oben

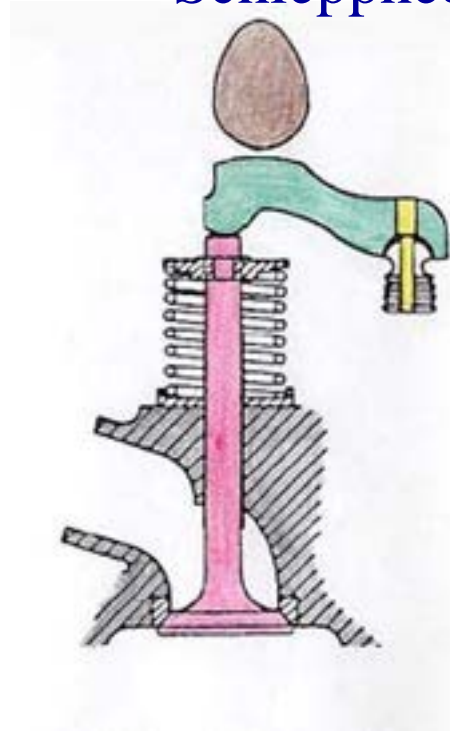




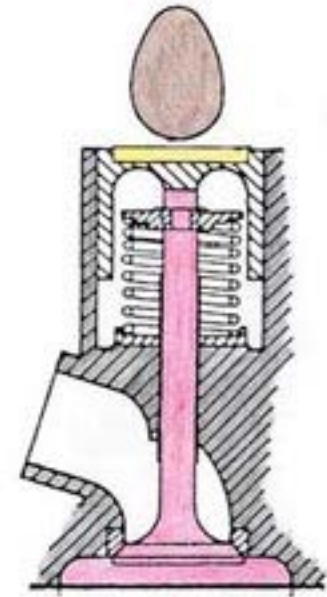
## OHV



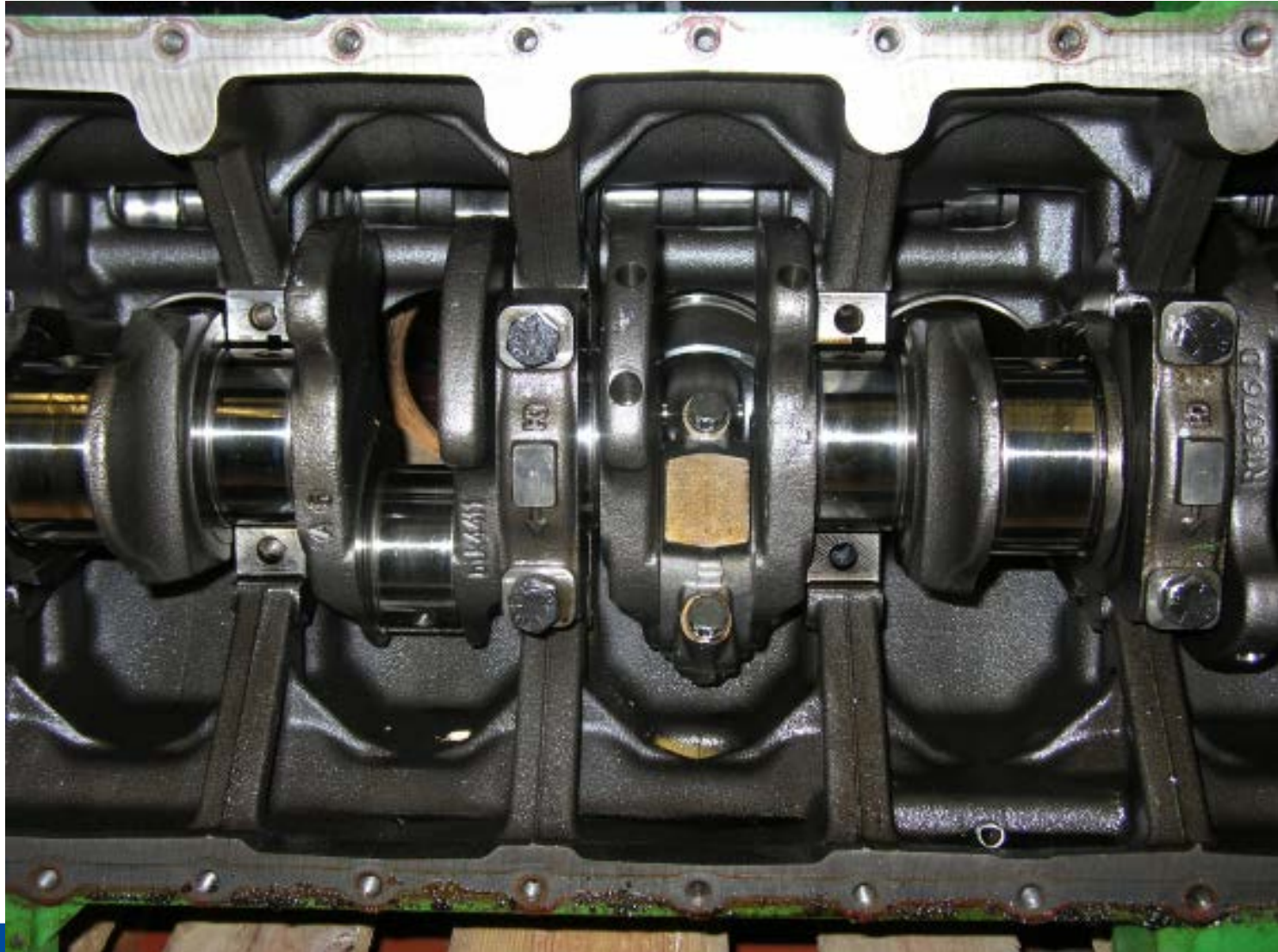
## OHC Schlepphebel



## OHC Tassenstößel



## unterliegende Nockenwelle

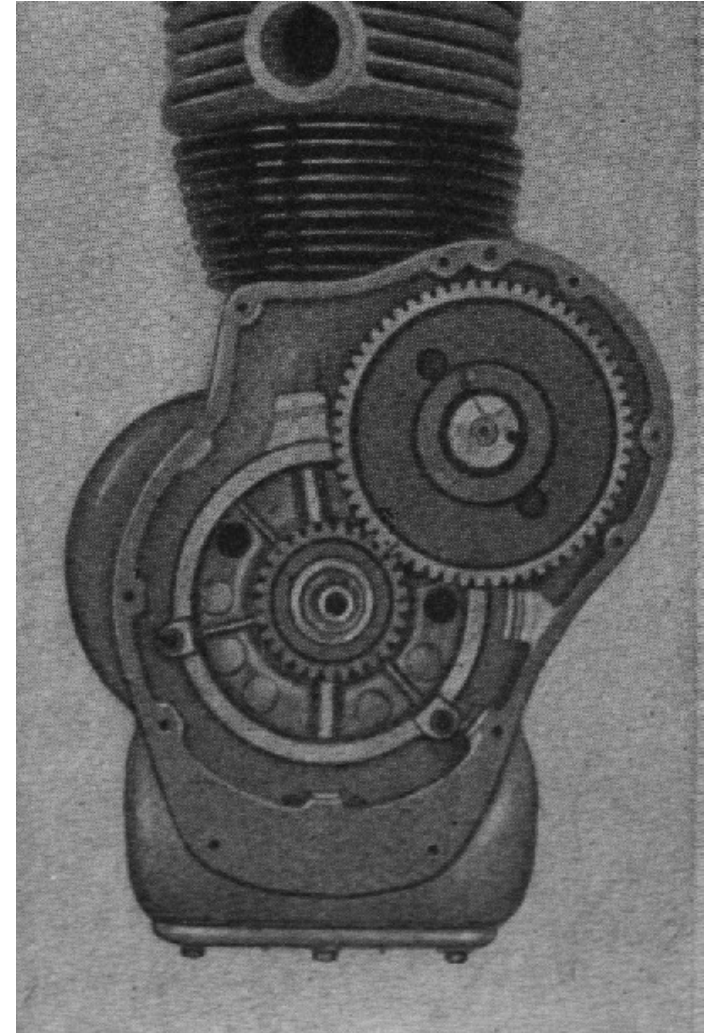


## Nockenwellenantrieb über Zahnrad

Für untenliegende  
Nockenwellen

- preiswert
- wartungsfrei
- betriebssicher

Für alle großen  
Motoren üblich



Quelle: [www.infomate.de](http://www.infomate.de)

Deutz Stationärmotor untenliegende Nockenwelle

Offene Stößelstangen

OHV Ventilanordnung





## Zusammenfassung: Ventil- und Nockenwellenanordnung

- i.o.e** = inlet over exhaust oder: Einlass- über Auslass-Steuerung
- ws** = wechselfesteuert
- sv** = seitengesteuert
- ohv** = overhead valves oder: von oben hängende Ventile
- ohc** = overhead camshaft oder: oben liegende Nockenwelle
- dohc** = double overhead camshaft oder:  
zwei obenliegende Nockenwellen
- desmo** = desmodromische Ventilsteuerung

## Zahnriemenantrieb für obenliegende Nockenwelle

- nicht wartungsfrei
- betriebssicher bei  
ausreichender Wart.
- geräuscharm
- preiswert

Für alle kleinen  
Motoren üblich

Lostram

Drehrichtung

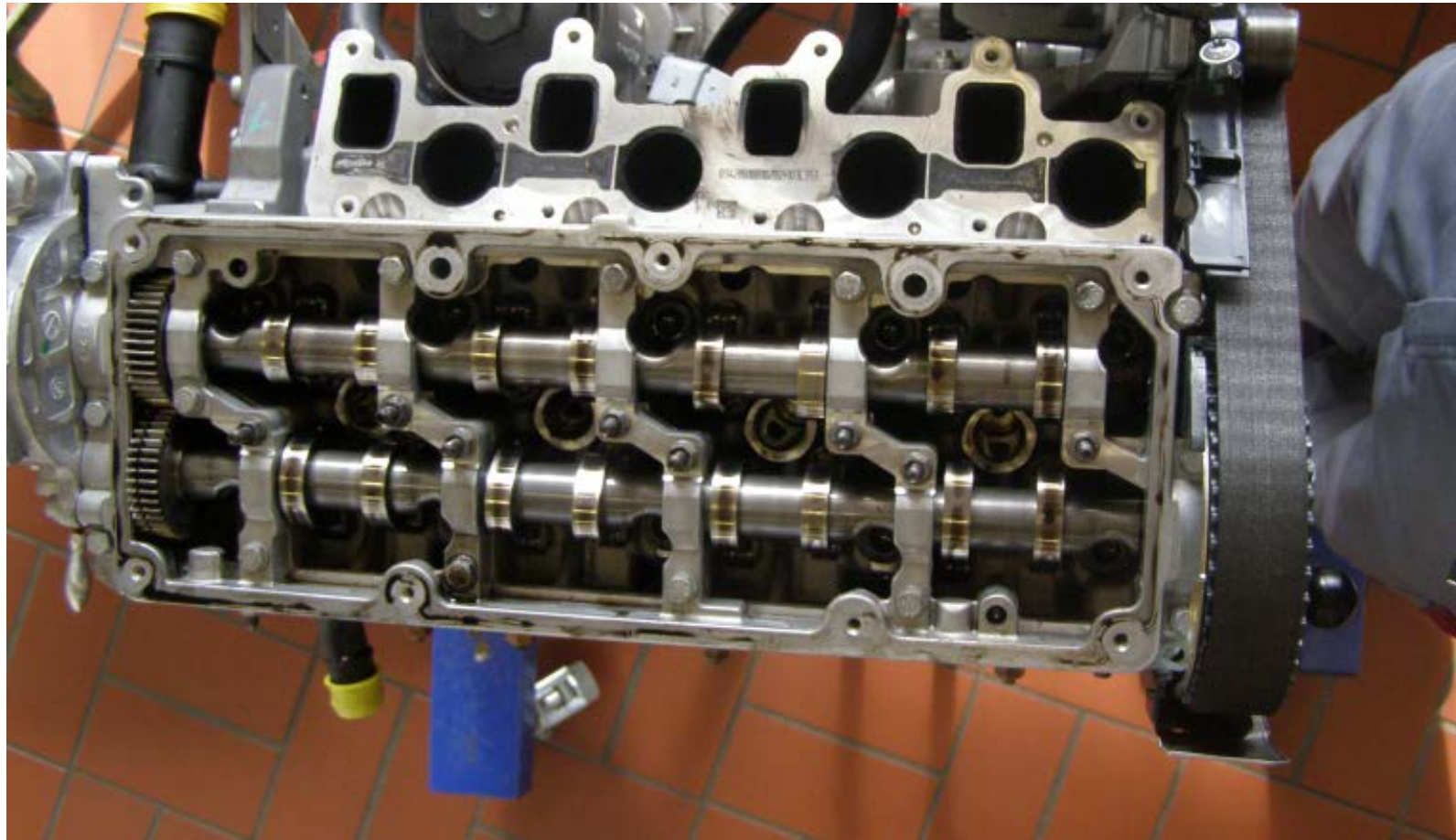


Quelle: [www.barchetta-lexikon.de](http://www.barchetta-lexikon.de)

VW CR

CBAC





VW CR CBAC

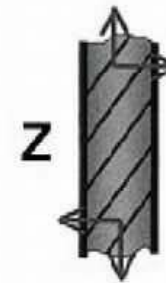
## Teile Zahnriemenantrieb für obenliegende Nockenwelle



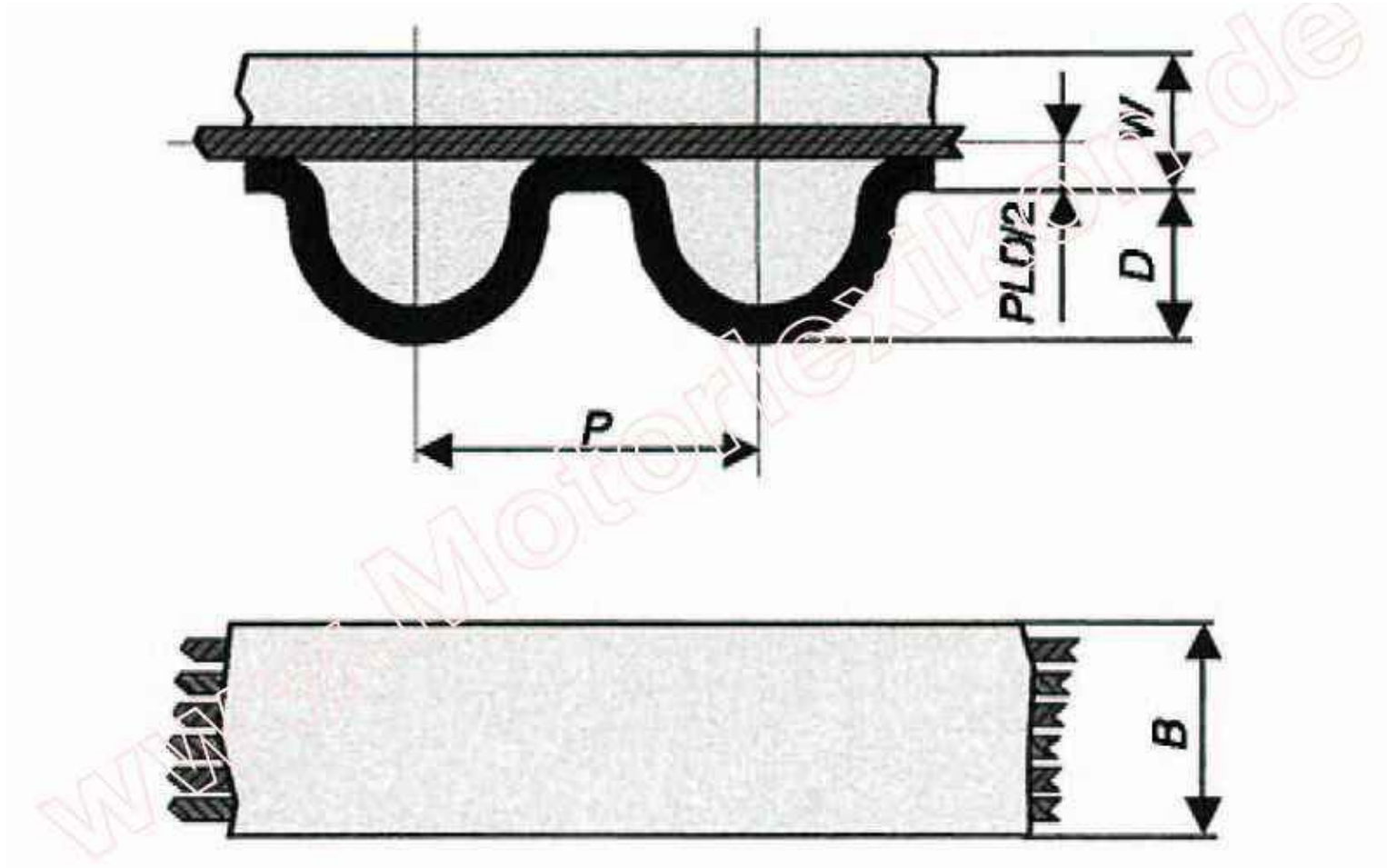
## Zahnriemen 1 Aufbau



Zugkörper



## Zahnriemen 2 Abmessungen



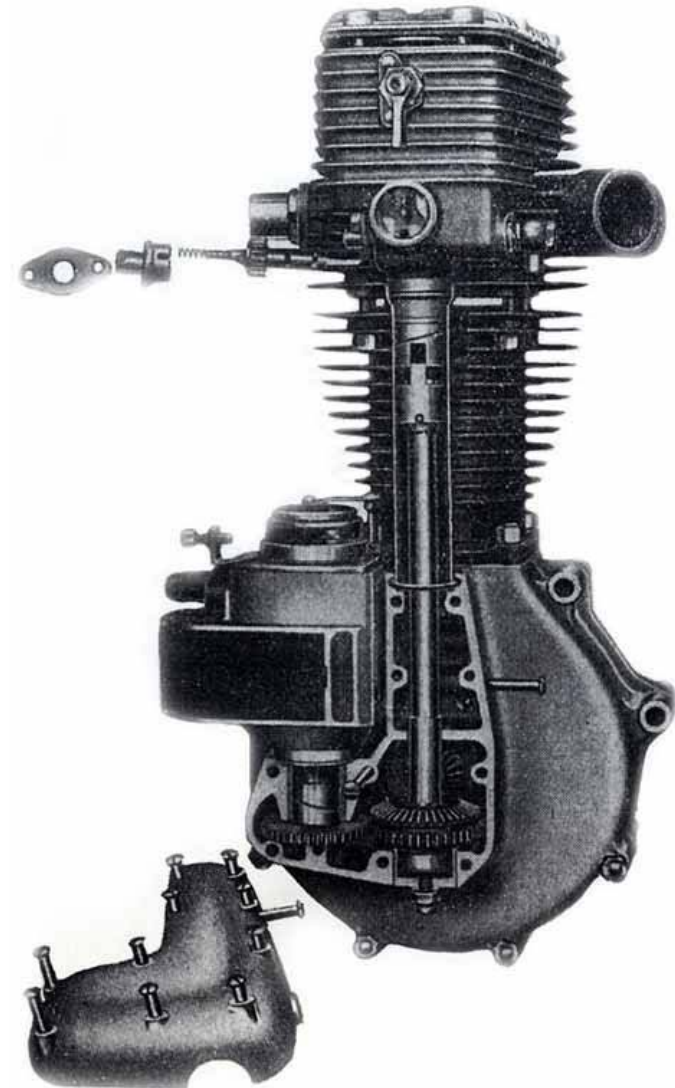
## Königswelle für höchste Drehzahlen und Kosten



Quelle: [www.winni-scheibe.com](http://www.winni-scheibe.com)



Königswellen  
erfordern  
einen  
Längsausgleich  
  
aber  
wartungsfrei





## Kettenantrieb Grundaufbau

### Kettenantrieb für obenliegende Nockenwelle

- wartungsfrei
- ab 2000 eingesetzt
- bis dahin Wartungsintervalle ab 60.000 km
- betriebsicher
- Geräuschquelle

Für alle kleinen Motoren üblich



## Kettenantrieb notwendige Teile



(C) www.z22se.co.uk

Ketten-  
antrieb

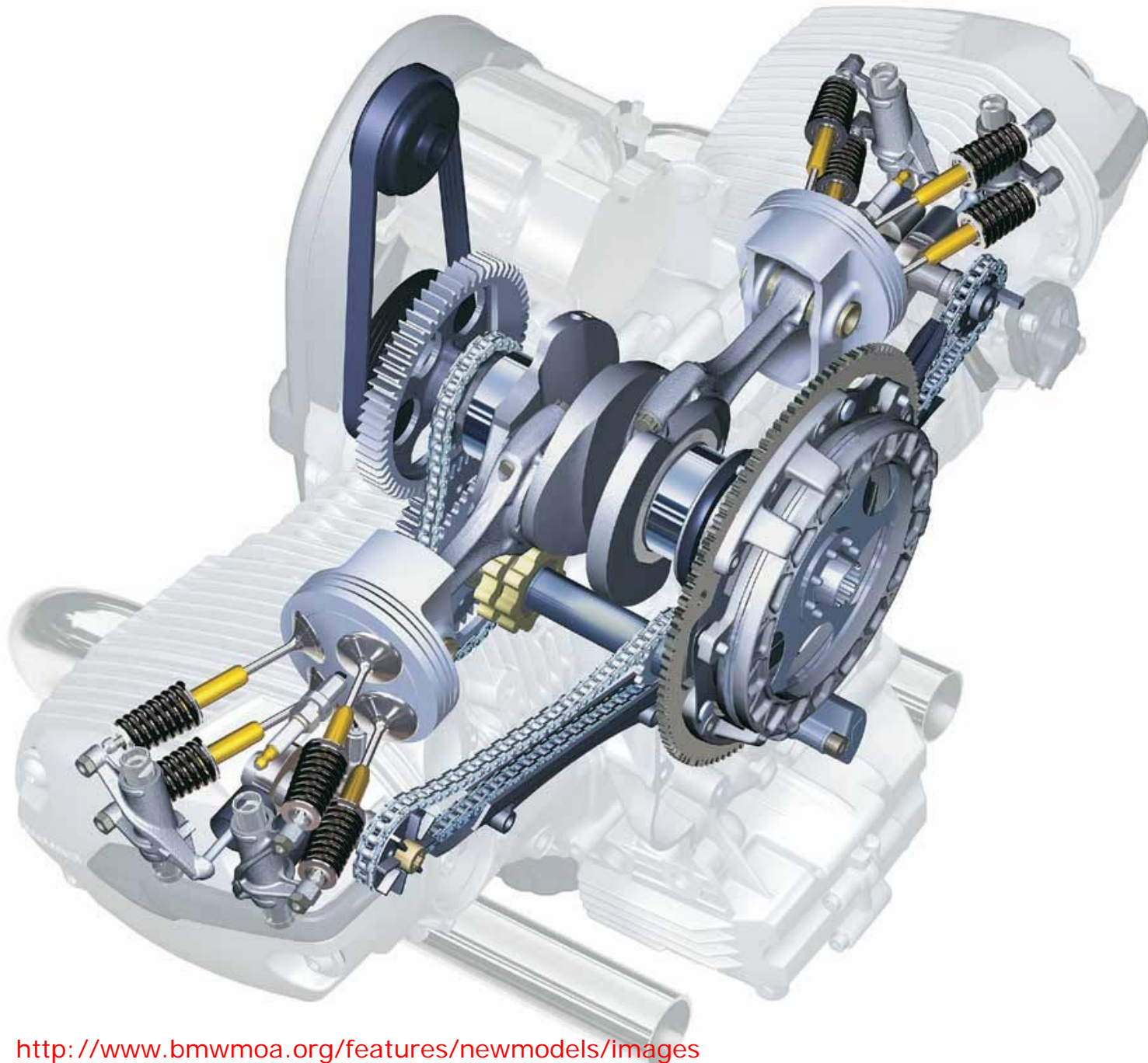
Endausbau

2 Nocken-  
wellen

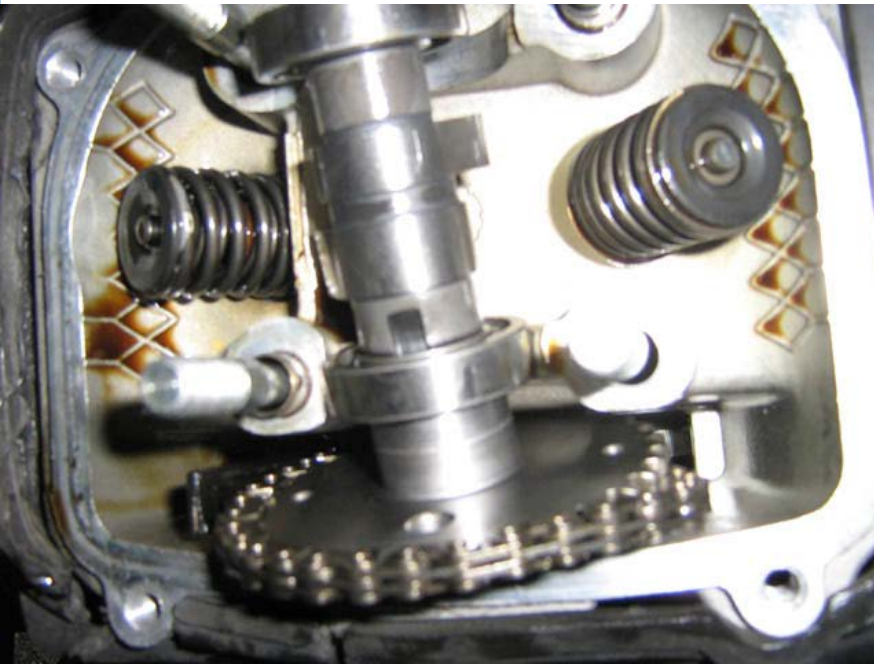
Zwischenwelle

Hohe  
Drehzahl

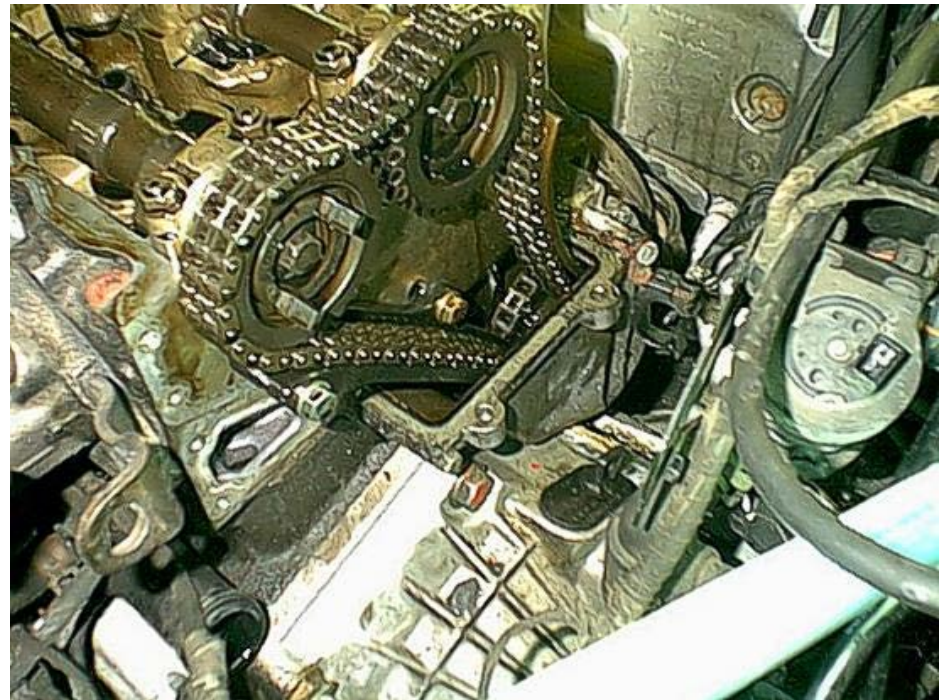
Flachkopf



## Was erkennen Sie!



Quelle: [img262.imageshack.us](http://img262.imageshack.us)



Quelle: [data.motor-talk.de](http://data.motor-talk.de)

## Was erkennen Sie!

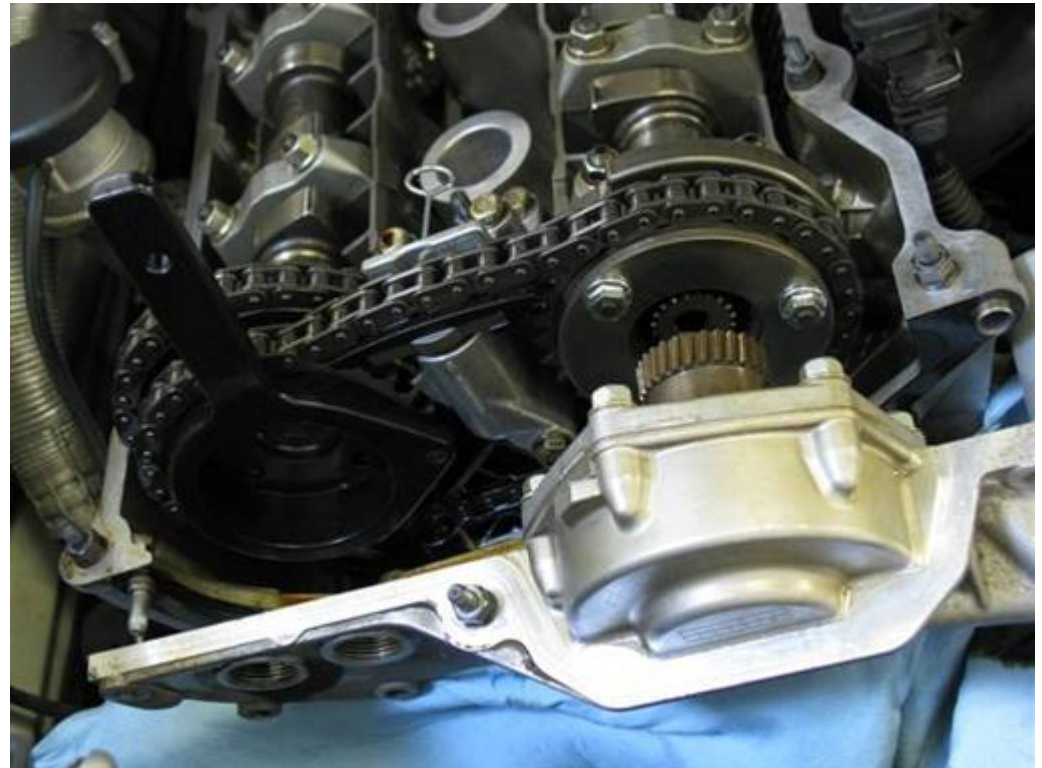


Quelle: farm2.static.flickr.com

## Unterschiedliche Kettenkonzepte

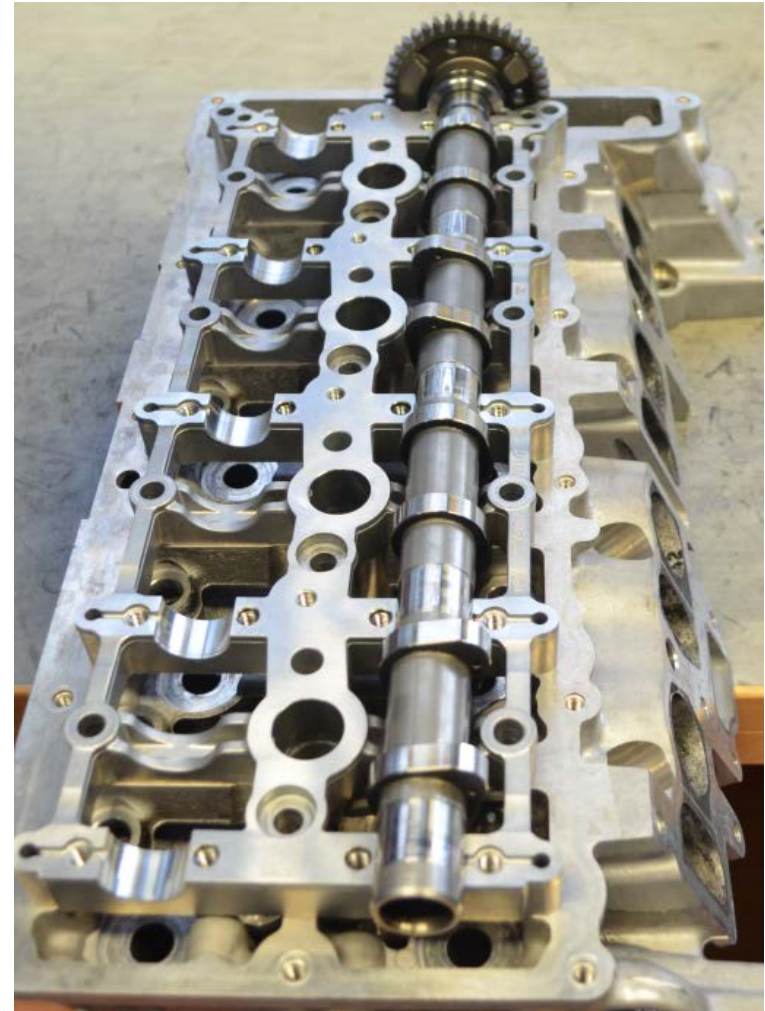
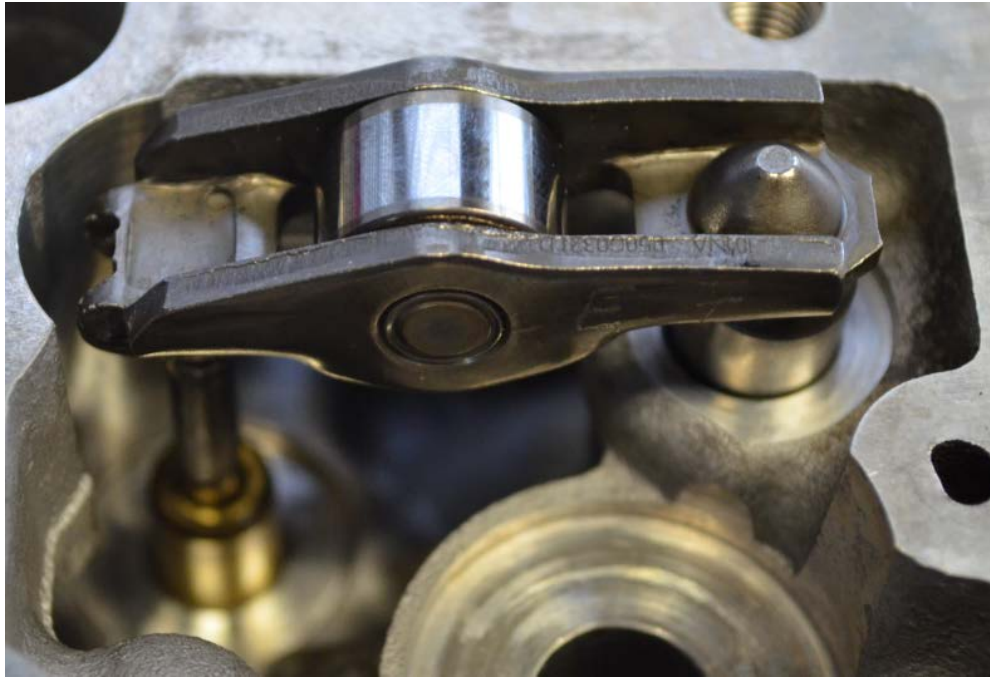
Versorgung der 2. Nockenwelle über  
Kette im Zylinderkopf

Nutzen variabler Ventiltrieb

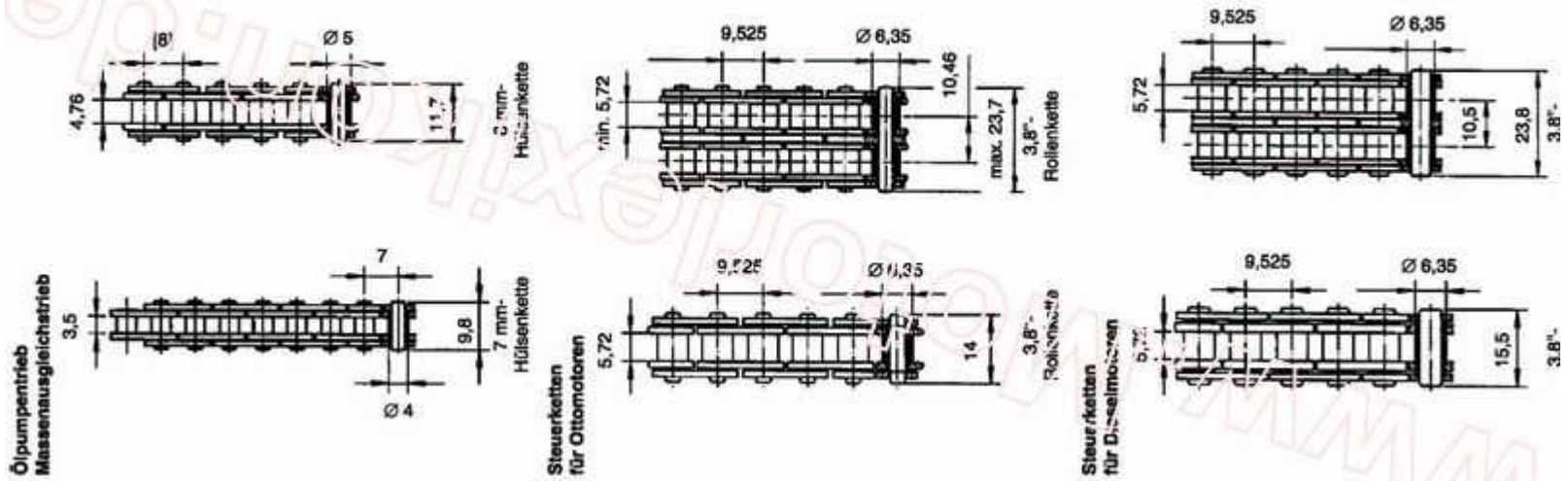


Quelle: [www.beisansystems.com](http://www.beisansystems.com)

## BMW PKW Motor obenliegende Nockenwelle im Hilfsrahmen

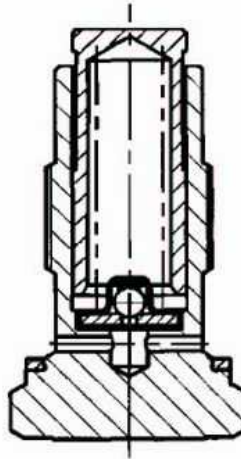


## Kettenarten

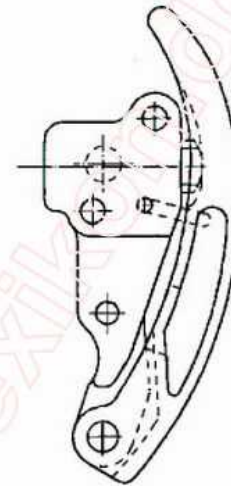


## Kettenspanner

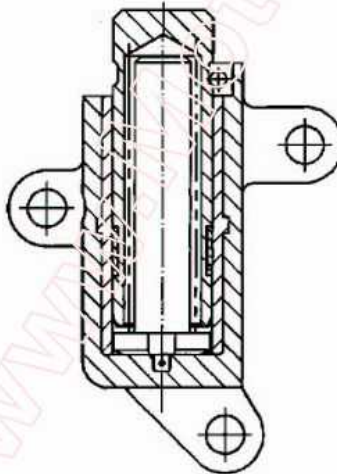
Kettenspanner  
eingeschraubt



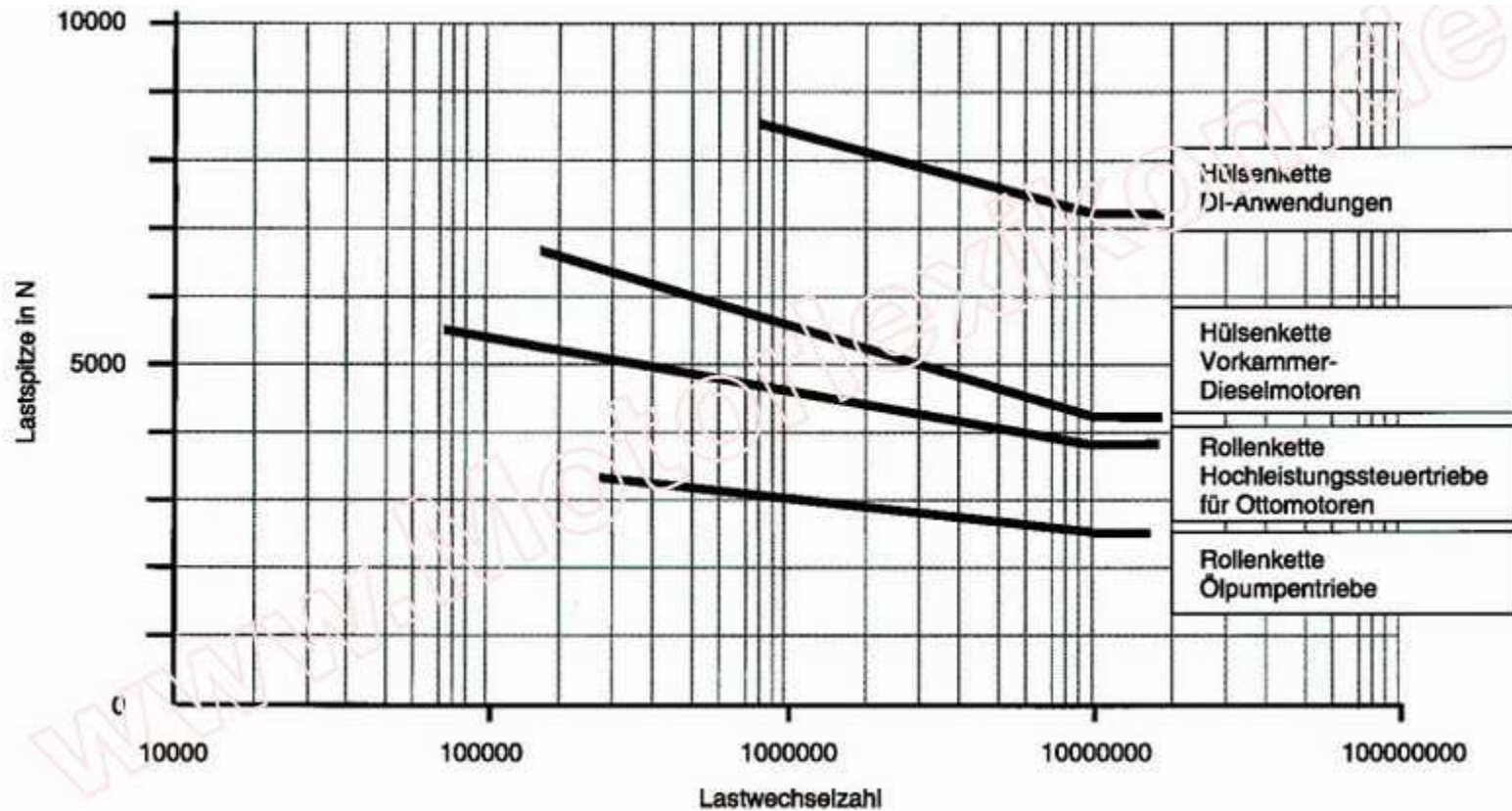
Spannereinheit



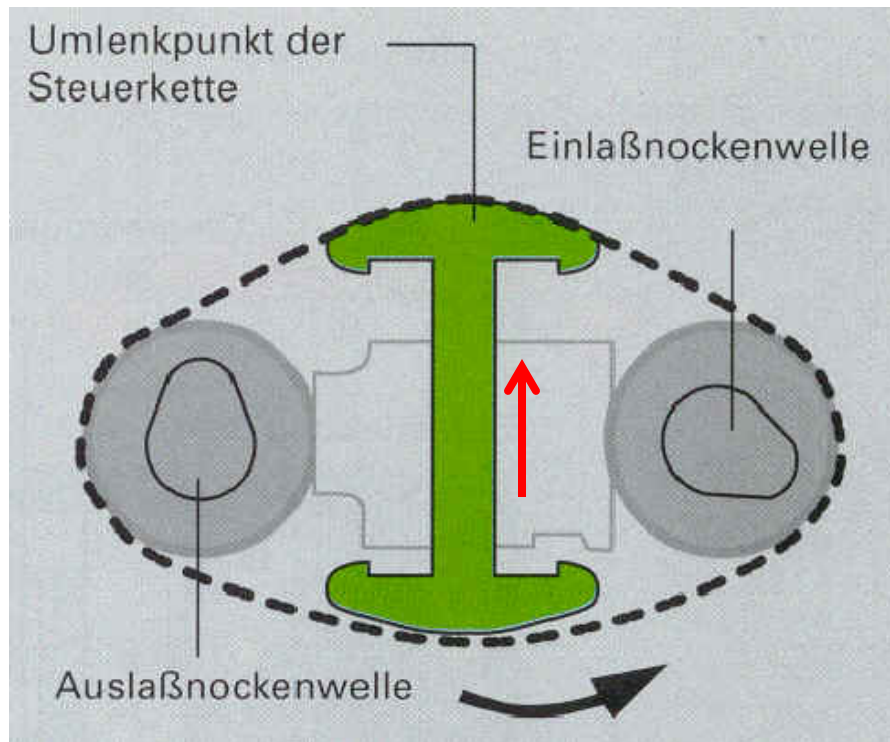
Kettenspanner  
angeflanscht



## Verschleiß unterschiedlicher Kettenkonzepte



## Ventilverstellung System AUDI / VW



Quelle: [www.kfztech.de](http://www.kfztech.de)

### Spätstellungen

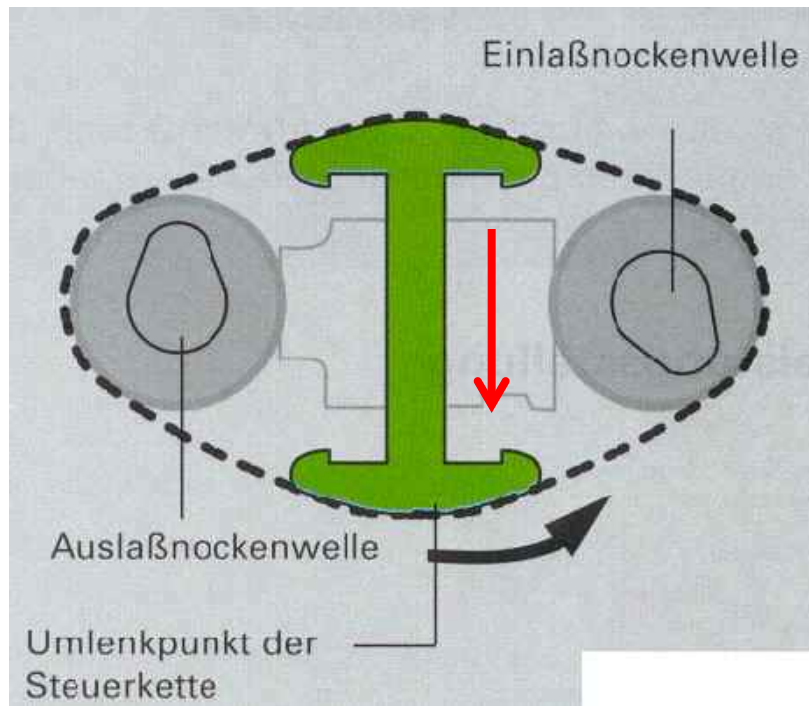
Drehzahl  $< 2000$  1/min:

Rückströmung verbrannter  
Abgase wird verringert,  
besserer Leerlauf

Drehzahl  $> 5000$  1/min:

Füllung wird verbessert  
(Nachladung durch hohe  
Strömungsgeschwindigkeit)

## Ventilverstellung System 2 AUDI / VW



Quelle: [www.kfztech.de](http://www.kfztech.de)

Frühverstellung  
bei mittleren Drehzahlen (2000-5000  
1/min), Verstellung  $20^\circ$  KW in  
Richtung "früh", größere  
Ventilüberschneidung, die Füllung  
wird erhöht

Grund: die Strömungsgeschwindigkeit  
ist prinzipbedingt kleiner, das EV  
schließt bereits kurz nach UT,  
Frischgase werden nicht in das  
Saugrohr gedrückt, Drehmoment  
erhöht, Abgase können aber in das  
Saugrohr strömen,  
Verbrennungstemperatur sinkt, NO<sub>x</sub>  
sinkt (innere AGR).

## Ventilverstellung System BMW



Mehr Infos zum variablen Ventiltrieb in der Vorlesung

## Ventilverstellung

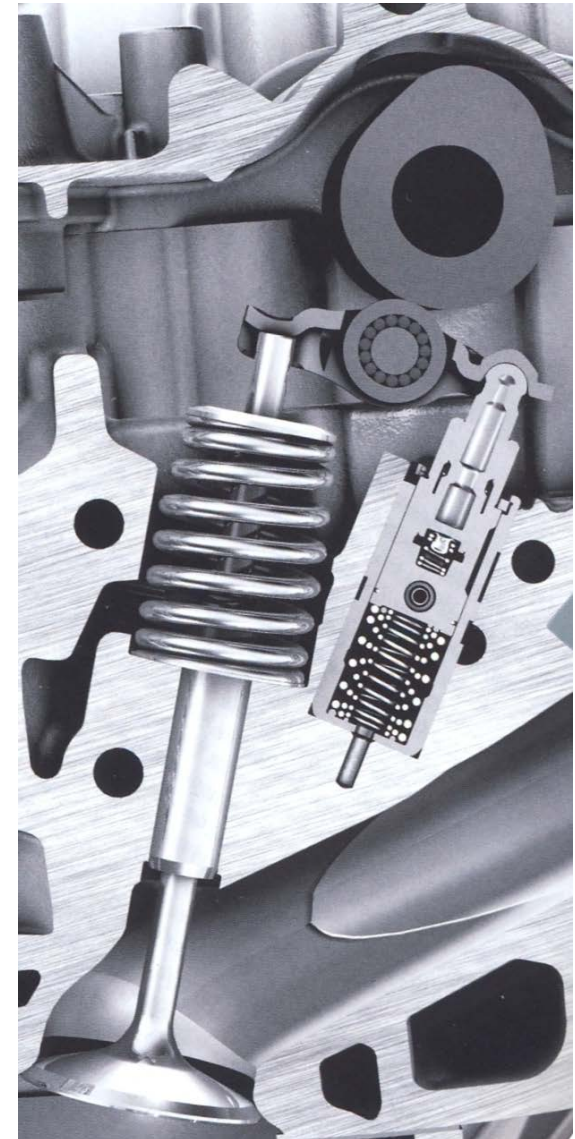
Variation Ventilhube

Rollenstößel Schlepphebel

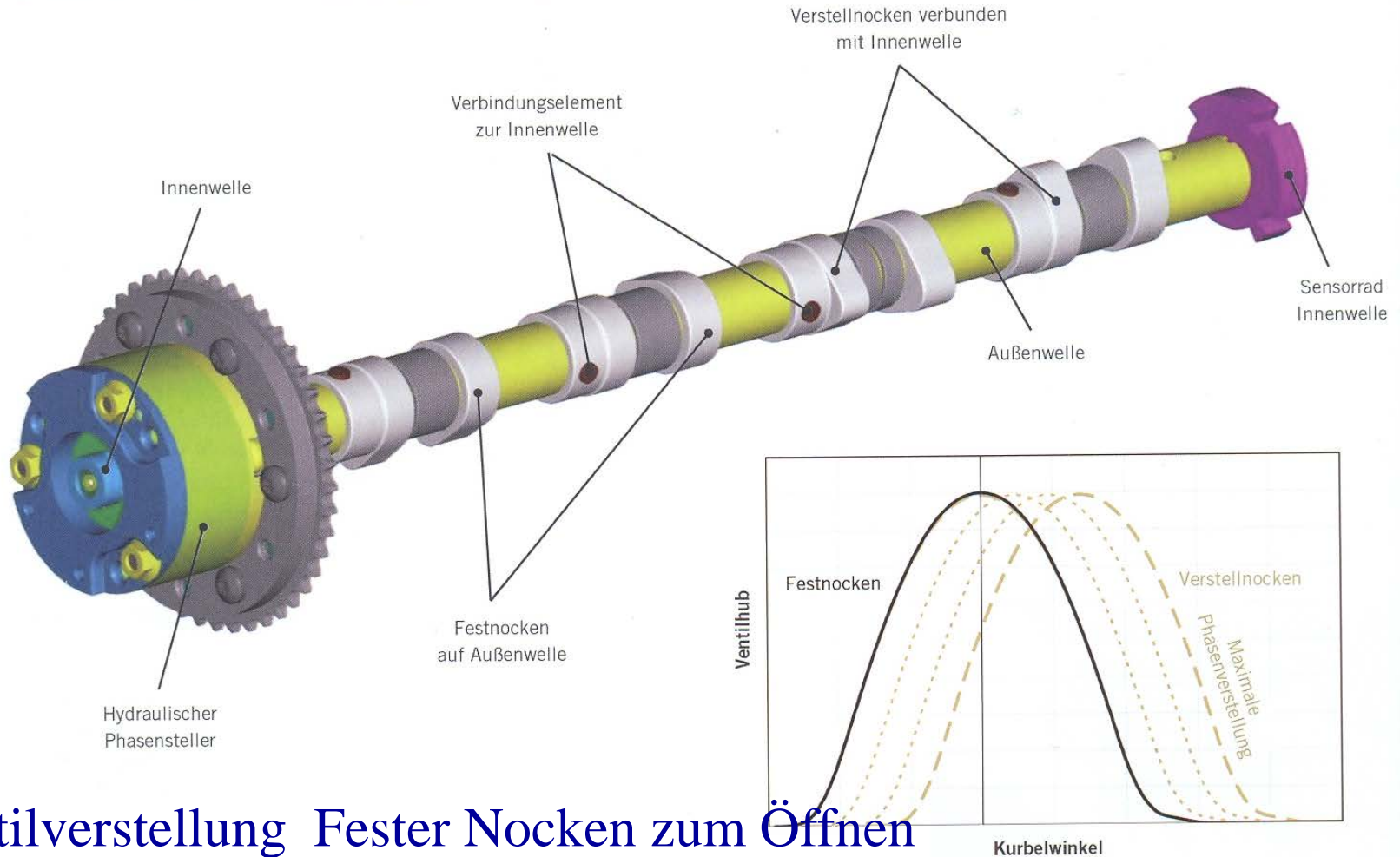
Schlepphebel weiter unten  
Hub deutlich verkleinert

Nutzung:  
Klassischer Nockentrieb mit  
Federspannarbeit usw.

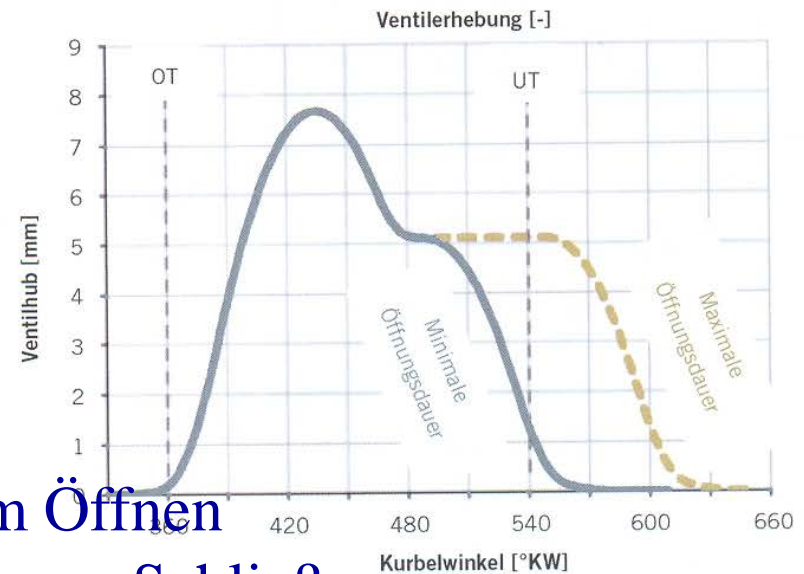
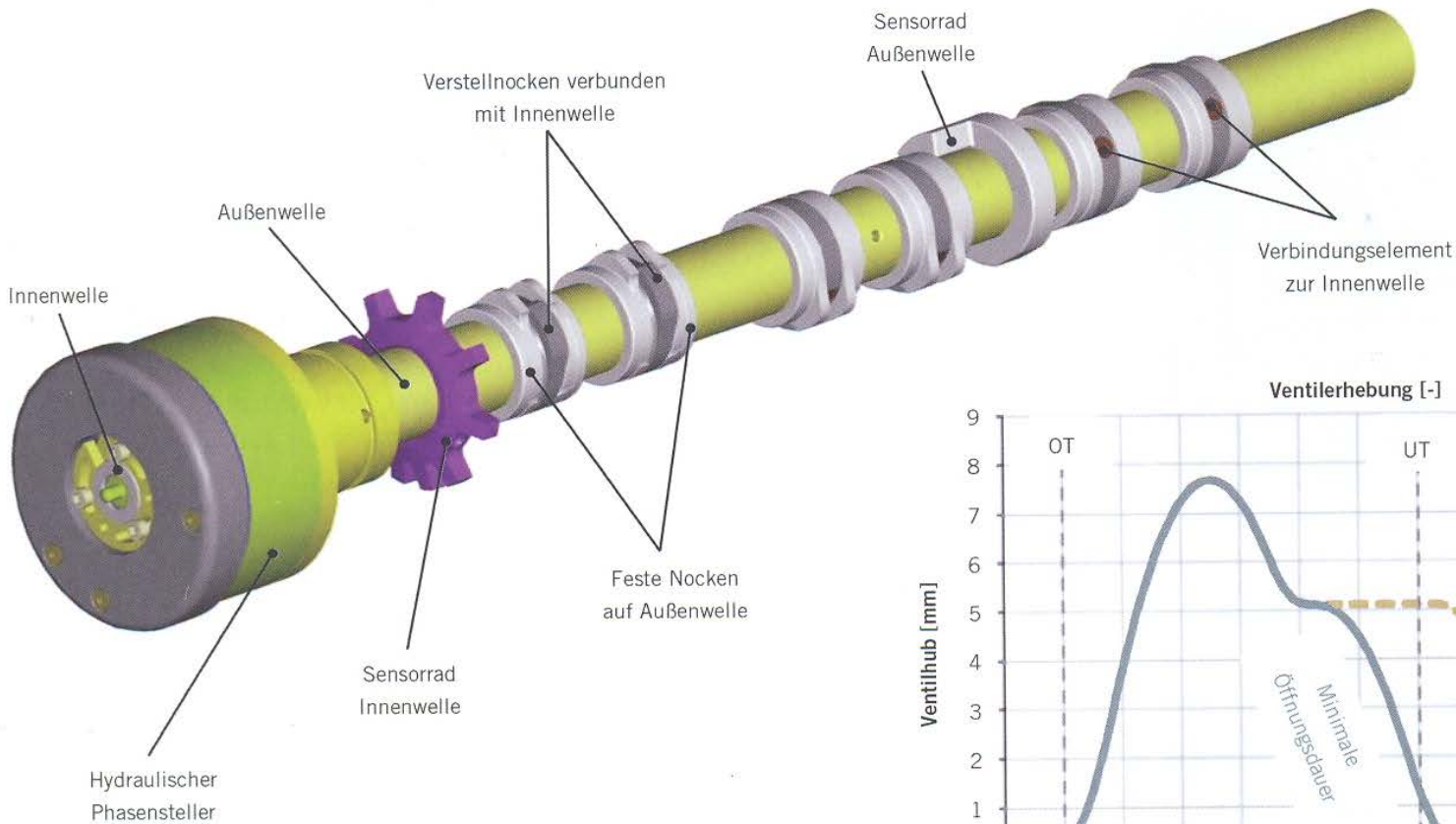
Quelle: MTZ 10 / 2011



1 Aufbau und Funktion der konzentrischen Verstellnockenwelle Typ 1

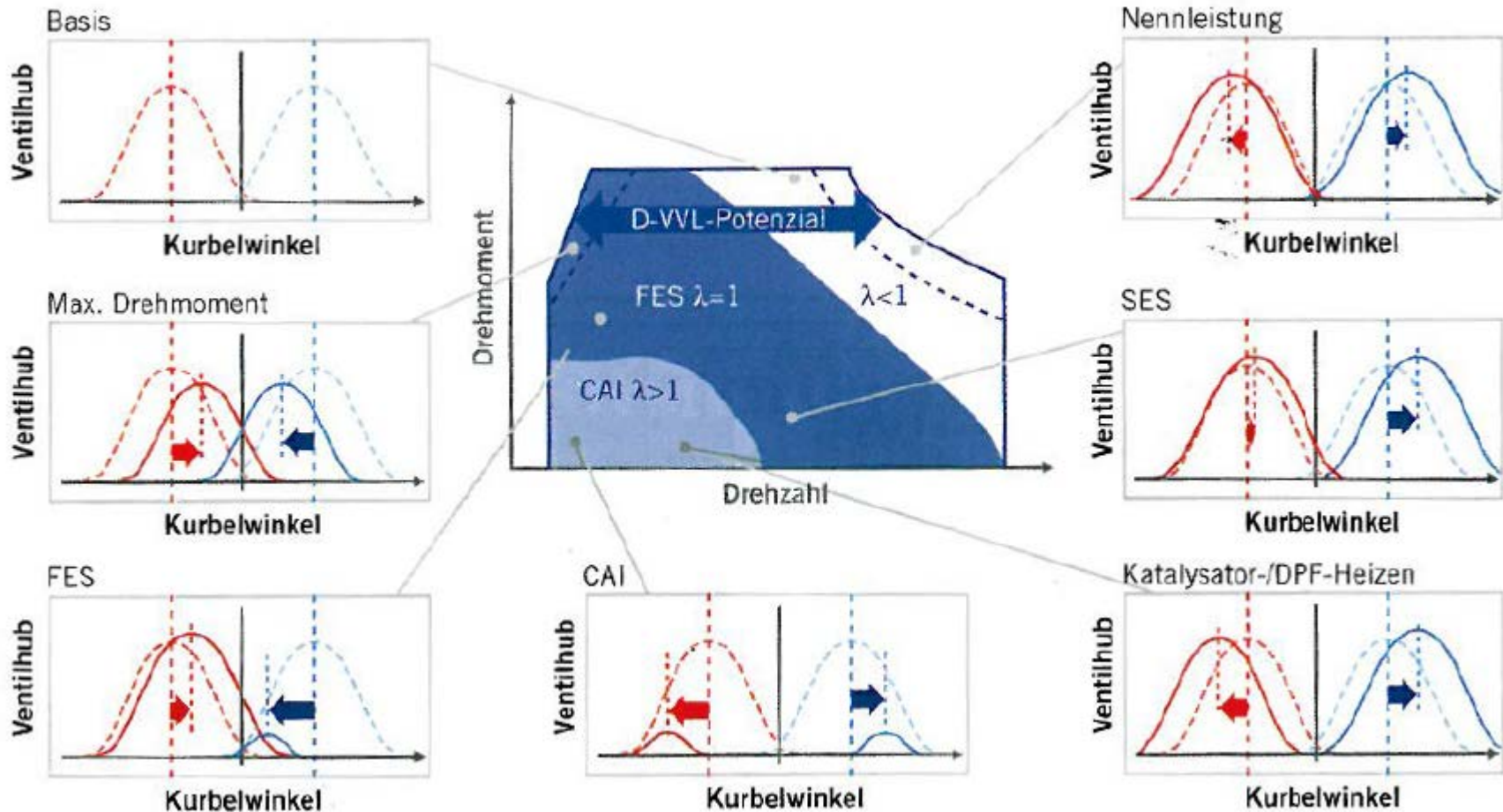


Ventilverstellung Fester Nocken zum Öffnen  
Variabler Nocken zum Schließen



Ventilverstellung Fester Nocken zum Öffnen  
Variabler Nocken zum Schließen

## Potential des voll variablen Ventiltriebes bei Ottomotoren





Eigenschaft	Zahnriemen trocken	Zahnriemen in Öl	Hülsenkette	Zahnkette
Dauerhaltbarkeit (Motorlebensdauer)	++ Serie	++	++ Serie	++
Geräuschverhalten	+	++	0	+
Präzises Verhalten (geringe Dehnung)	+	+	0	0
Geringe Reibleistung	+	++	0	0
Ausfall Vorwarnung	-	-	+ Geräusch	+ Geräusch
Geeignet für Dieselmotoren Rußpartikelresistenz	++	++	++	-
Geeignet für Ottomotoren Ethanolresistenz	0	0	+	+
Axialer Bauraumbedarf Breite	0	0	+	+
Flexibilität des Layouts	+	+	0	0

++ positiv - schwach 0 neutral